UNDURCHLÄSSIGE HORIZONTE IM BODEN UND DIE PFLANZENVEGETATION

von

J. BOTKE (Groningen).

Eine der interessantesten Aufgaben der Pflanzengeographie ist die Erklärung der Physiognomie der verschiedenen Pflanzenvereine, die sich auf unsrer Erde befinden. Es gibt eine grosze Zahl ökologischer Faktoren, also Faktoren der Auszenwelt die man im Groszen und Ganzen in zwei Rubriken unterbringen kann, nämlich die, welche zusammen das Klima bedingen, und die, welche mit der Bodenbeschaffenheit zusammenhängen. Gewöhnlich sind die Boden- und Klimafaktoren nicht unabhängig von einander. So ist oft die Struktur des Bodens die Folge des Klimas und kann umgekehrt das Klima auch wieder von der Bodenlage beeinfluszt werden. Durch die gegenseitige Beeinflussung wird eine Art Gleichgewichtslage entstehen, die sich in einem eigenartigen Gepräge des Pflanzenkleides äuszert.

Die Zahl der Boden- und Klimafaktoren ist sehr grosz. Nicht alle sind bei einer bestimmten Landschaft von derselben Bedeutung. So kann der Nährstoffmangel eine hervorragende Rolle spielen, z.B. bei unseren Zwergstrauchheiden; für die arktischen Pflanzenvereine ist die niedrige Temperatur einer der Hauptfaktoren.

Dasz auch die Struktur des Bodens und namentlich die Undurchlässigkeit bestimmter Horizonte der Hauptfaktor für bestimmte ökologische Pflanzengemeinschaften sein kann, können wir an dem Beispiele eines Pflanzenvereins

nachweisen, der immer wieder das Interesse der Botaniker fesselt, nämlich die Steppe.

Ich will hier einige Bemerkungen und Beobachtungen geben, welche auf einer Reise in Ungarn entstanden und gesammelt sind.

Im Sommer 1925 war ich einige Wochen in Ungarn; der Agrogeolog, Herr Peter Treitz war so freundlich, mich in die Steppe zu begleiten; und so konnte ich einen Einblick in die Natur dieses interessanten Gebietes gewinnen.

Das Wort „Steppe" ist von russischer Herkunft. Das russische „stjep" ist das allgemeine Wort geworden. In Ungarn spricht man von „mezöség"; auch gebraucht man das Wort: puszta, aber unter Puszta versteht man auch ein Bauerngehöft mit dem dazu gehörigen, in Kultur gebrachten Lande.

Welche sind nun die Klima-Verhältnisse der Alföld (= Ungarische Ebene)?

Die wichtigsten Daten, welche ich hier erwähne, habe ich einem Kapitel: Das Klima Ungarns von Dr. Eugen von Cholnoky im Sammelwerk „Ungarn" entnommen.

Die Witterung des ungarischen Beckens ist eine sehr abwechslungsreiche. Man braucht sich darüber gar nicht zu wundern, da die drei groszen Klimazonen sich hier berühren; die atlantische, die subtropische oder mediterranische und die osteuropäische.

Die gröszte Kälte herrscht gewöhnlich im Januar, aber diese Kälteperioden pflegen nicht lange zu dauern. Im Jahre 1923, da ich im Dezembermonat in Budapest war, lag ein dichter Nebel über der Stadt; es gab von Weihnachten bis Neujahr keinen Schnee und es war gar nicht kalt; in andren Jahren sind um diese Jahreszeit die Winterbelustigungen der älteren und jüngeren Budapester Einwohner in vollem Gang; bei Ostwind herrscht antizyklonales Wetter mit heiterem Himmel, strenger Kälte und trockener Luft. In diesem Falle herrscht Asien über das Land. Plötzlich

setzt ein Wettersturz ein mit heftigem Wind; es fängt an zu schneien, die Temperatur steigt häufig um 10 bis 15 Grad. Der Atlantische Ozean verdrängte die innerasiatische Witterung. Nach ein, zwei Tagen fängt der Schnee wieder an zu schmelzen, es herrschen nasser Schnee, Tau, Nebel und böiges Wetter.

Dieser Wettersturz wiederholt sich im Laufe des Winters einige Male.

Dann folgt offiziell das Frühjahr, aber auch in Ungarn läszt der liebe Lenz oft lange auf sich warten. Der April tut, was er will. Die Temperatur steigt, aber mit groszen Rückfällen.

Im Mai ist der Boden kaum über 0 Grad erwärmt. Der Juni hat das Maximum des jährlichen Niederschlages mit häufigen Gewittern. Der Juli ist der heiszeste Monat des Landes mit äuszerst häufigen Gewitterschauern. So herrschte an einem der letzten Tage des Juli im Jahre 1925 eine herrliche Hitze. Aber plötzlich entstand ein heftiges Gewitter und der Regen strömte wie eine Sündflut herunter; aber strenge Herren regieren nicht lange, — eine kurze Weile — und die Sonne hatte die verlorene Herrschaft wieder zurückgewonnen; die Straszen, die in ein Fluszbett umgewandelt waren, zeigten bald wieder trockene Stellen.

Der Monat August ist bedeutend angenehmer, wenn man die grosze Hitze nicht liebt. Der September zeichnet sich durch wunderbar klares Wetter und eine angenehme Temperatur aus.

Wenn wir aus dieser Klimaskizze die wichtigsten Punkte hervorheben, haben wir:

1. einen Winter von langer Dauer, ein spätes Frühjahr;
2. einen heiszen Julimonat;
3. einen milden Herbst;
4. im Juli wenig Regen und zwar nur bei heftigen Böen.

Dieses Klima erklärt schon vieles, aber nicht die ganze Steppennatur; im selben Klima sind auch Böden, die gar

keine Steppenböden sind. Um eine vollständige Erklärung zu finden, müssen wir die Bödenverhältnisse betrachten.

In der Nähe von Békés csaba, einem Städtchen nicht weit von der rumänischen Grenze entfernt, konnten wir in einer Grube folgendes Profil beobachten.

1. 0- 10 cm; ein sandiger Horizont, ziemlich weiszfarbig, da dieser Teil des Bodens ganz ausgelaugt war.
2. 10- 22 cm; oben auch noch etwas sandig. Sehr porös, weiter nach unten ein mehr tonige Beschaffenheit; die schwärzliche tonige Masse besteht aus dunklen, eckigen Bröckchen mit feinen vertikalen Rissen. In diesen Rissen befinden sich die Pflanzenwurzeln, die genau den Rissen folgen.
3. 22- 41 cm; ein Tonhorizont mit denselben feinen Rissen.
4. 41- 60 cm; ein eigentümlicher Horizont, welcher nicht von den Pflanzenwurzeln durchbohrt werden kann; dieser ist die sog. Kolloïd-Schicht oder szík-fok.
5. 60-110 cm; ein Tonhorizont, welcher viele Salze enthält; hier fängt der Boden an feucht zu werden; wir sind hier beim Grundwasser angelangt; nur etwas tiefer sammelt sich das Grundwasser in der Grube.
6. 110 cm und tiefer; ein gelber Lössboden. (Ungarisch: lösz oder sárga föld, föld ist der allgemeine Name für Boden; so ist nyersföld = Untergrund, kertiföld = Gartenboden.

Dieses Profil ist sehr lehrreich.

Erstens bemerken wir, dasz wir in einem Tongebiet sind. Das können wir auch beobachten, wenn wir auf den Straszen von Békés csaba fahren. Diese sind nicht sehr wegsam; die Rinder haben ihre Hufe in die weiche Tonsubstanz

gedrückt; der Ton ist getrocknet und bietet nun eine auszerordentlich unebene Oberfläche.

Zweitens ist es merkwürdig, dasz das Bodenwasser nicht sehr tief liegt.

Drittens, dasz die Pflanzenwurzeln das Bodenwasser nicht erreichen können durch den undurchlässigen Horizont, den szíkfok. Und hier sehen wir die Bedingung für den Steppencharakter der hiesigen Pflanzenwelt.

Der Pflanzenwuchs ist also nicht dürftig, weil das Grundwasser zu tief liegt, aber die Ursache ist, dasz das Grundwasser nicht nach oben steigen kann; die Kolloïdschicht bietet zu grosze Schwierigkeiten. So müssen die Pflanzen sich mit dem Wasser behelfen, das von oben in den Boden eingesickert ist.

Im Winter ist die Steppe mit Schnee bedeckt, und wenn im späten Frühjahr der Schnee abschmilzt, und der Regen den Boden durchtränkt, ist Feuchtigkeit genug im Boden für die Entwicklung eines üppigen Pflanzenkleides; aber wenn die Sonne fortwährend höher steigt und immer dem Boden mehr Wasser entzieht, so dasz der Verlust gröszer ist als der Niederschlag wieder ersetzen kann, müssen die oberen Horizonte austrocknen; die Pflanzen müssen sterben ober ein kümmerliches Leben leiden; nur wenige vermögen aus diesem trocknen Boden noch eine genügende Quantität Wasser zu ziehen.

Es leuchtet ein, dasz dieser undurchlässige Horizont mit den Klimaverhältnissen die zwei Ruhezeiten bedingt; eine von der Sommerdürre und eine von der Winterkälte hervorgerufene.

Zwischen diesen beiden Ruheperioden kann die Flora wieder zum neuen Leben erwachen.

Infolge dieser Verhältnisse sind es zuerst die geophilen Pflanzen, welche das Steppengebiet zum Wohnsitz haben, zeigen doch die geophilen Pflanzen nur einen kleinen Teil des Jahres ihre oberirdischen Sprosse, und bringen sie

den übrigen Teil des Jahres mit dafür eingerichteten Organen im Boden zu. Es sind u.a. die Frühjahrsgewächse mit Zwiebeln, Knollen und Rhizomen, Pflanzen also mit groszen Speicherorganen.

Eine mehr oder weniger dicke Knospe, gut verhüllt in Zwiebelschuppen oder in festen Knospenschuppen liegt im Winter schon fertig mit der Anlage von Stengeln, Blättern und Blüten, um sich zu entwickeln und diese Teile an die Oberfläche zu bringen, sobald die Bedingungen der Auszenwelt dieses gestatten.

Und weil die Pflanzen so früh im Jahre zur Blüte kommen, sind Früchte und Samen auch in kurzer Zeit reif. Sie haben genügend Zeit das Arbeitsprogramm abzuwickeln und bevor die Sonne alles dürr zu Heu brennt, haben die Blätter die nötige Reservenahrung erzeugt und in die unterirdischen Reservemagazine geborgen.

Beispiele: *Muscari comosum, Orchis*-Arten, *Iris*-Arten, *Anemone, Gladiolus.*

Eine zweite Gruppe bilden die Herbstpflanzen, wie *Colchicum autumnale.*

Eine dritte Gruppe ist die der kleinen einjährigen Kräuter mit kurzer Entwicklungsfrist. Nur wenige Monate genügen für den Entwicklungszyklus von der Keimung bis zur Samenbildung.

Beispiele: *kleine Caryophyllaceen.*

Eine vierte Gruppe bilden die perennirenden Gräser z.B. *Stipa Joannis* Celak oder *Stipa pennata* L., das árvalányhaj der Ungarn (= Waisenmädchenhaar), *Stipa capillata* L. (oroszlánhaj = Löwenhaar), *Cuviera aspera* Simk oder *Elymus asper* Hand. Maz., *Crypsis aculeata* Ait. u.a.

Der grosze Einflusz der undurchlässigen szíkfok steht im Zusammenhang mit dem trockenen und heiszen Sommer im Alföld.

Wo das Klima weniger starke Differenzen aufweist, ist der Einflusz selbstverständlich auch geringer.

Dieses ist der Fall mit undurchlässigen Horizonten im Niederländischen Boden.

In Tongegenden („zeeklei" von Friesland und Groningen z.B.) kann im Boden ein Horizont vorkommen, den man *knip* oder *knik* nennt. Es ist in feuchtem Zustande eine zähe Bodenart, die mehr oder weniger eisenschüssig ist, oft eisenstreifig und fast stets kalkfrei.

Durch die Undurchlässigkeit ist diese „knip" minderwertig für die Acker- und Wiesenkultur.

Kramer fand in den Tonwiesen auf gutem Ton (klei) in Friesland eine andere Mischung von Grasarten als dort, wo der Boden einen Kniphorizont hatte.

Ich gebe hier die Tabelle.

Sehr schwerer Tonboden (klei)		Knipboden.	
Agrostis alba L. ...	14 %	*Agrostis alba* L. ...	32.0 %
Hordeum secalinum Schreb.	16.5 %	*Anthoxanthum odoratum* L.	10.5 %
Lolium perenne L. .	17.0 %	*Festuca rubra* L. ..	12.5 %
Poa trivialis L.....	12.0 %	*Holcus lanatus* L. ..	13.0 %

Im Sandgebiete, nämlich in Podsolböden, die z.B. in Drente und Friesland viel vorkommen, finden wir als undurchlässige Schichten oder Horizonte: den Geschiebelehm und die Ortsteinbänke. Diese verursachen oft Wasseranhäufungen, Sümpfe, worin eine Hydro- und Hygrophytenvegetation entsteht und schlieszlich Anlasz zur Moorbildung geben können.

Da der Ortstein entsteht durch Auslaugung der Oberflächenschicht des Bodens, ist diese Bodenart begleitet von Bleichsand, einer sehr unfruchtbaren Bodenart, und so kann das Pflanzenkleid nur dürftig sein.

Noch ein Beispiel von undurchlässigen Schichten finden

wir in den abgetorften Moorgebieten, den Leegmooren; bei der Abtorfung bringt man auf den Untergrund die lockeren oberflächlichen Moorschichten, gemischt mit Sand. Wo man das Moor nicht bis zum sandigen Untergrunde vergraben hat, aber eine mehr oder weniger dicke Moorschicht unvergraben gelassen hat, bildet diese später eine undurchlässige Schicht, der „skalter". Solche Stellen sind immer viel dürrer als das andere Land.

Literatur.

1. Botke, J. Fen Fryslân's Groun, Snits 1924.
2. Cholnoky, E. v. Ungarns Land und Volk. Ungarn, Land und Volk, Geschichte u.s.w., Budapest 1918.
3. Gruner, H. Die Marschbildungen an den deutschen Nordseeküsten, Berlin 1913.
4. Jávorka, S. Magyar Flóra, Budapest 1924.
5. Kramer, M. Eenige nadere mededeelingen betreffende het graslandonderzoek en het veredelen der granen, 1927.
6. Treitz, P. Bericht über meine im Jahre 1916 durchgeführten agrogeologischen Aufnahmen, Jahresber. Kgl. Ung. Reichsanst. für 1916.
7. ———, Naturgeschichte der Alkaliböden. A sós és szikes talajok természetrajza, Budapest 1924.
8. ———, Magyarázó az országos átnézetes klimazonális talajtérképhez.
   A Magyar királyi földtani intézet kiadványai, Budapest 1924.

Groningen, Middelbare Landbouwschool, 1927.